

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09050819 A

(43) Date of publication of application: 18.02.97

(51) Int. Cl.

H01M 8/02

H01M 8/10

(21) Application number: 07202943

(71) Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing: 09.08.95

(72) Inventor: ENAMI YOSHIKI

(54) SOLID POLYMER ELECTROLYTE FUEL CELL

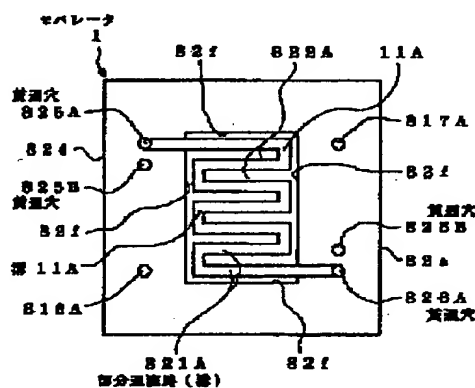
conventional separator.

(57) Abstract

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a solid polymer electrolyte fuel cell in which dew drops adhering to the wall faces of flow pipeline of a separator to pass a fuel gas and an oxidizing agent gas can be removed.

**SOLUTION:** Different from a conventional separator employed for a conventional solid polymer electrolyte fuel cell, a separator 1 is so formed as to have through holes 825A, 826A directly communicated with grooves 821A which are a partial flow pipeline to pass an oxidizing agent gas through. A plurality of the grooves 821A which the separator 1 has are connected in series one another through a groove 11A having the same cross-section shape as those of the grooves 821A to make an oxidizing agent gas 98 flow in the grooves. Moreover, though through holes 825B, 826B which the separator 1 has are communicated with grooves (not shown in the figure) to make a heat medium flow through in the same manner as a conventional fuel cell, these grooves for the flow of the heat medium are mutually connected in series from a viewpoint of the flow of the heat medium through the through hole 825B and the through hole 826B in a different manner in a



(11)特許出願公開番号

特開平9-50819

(43)公開日 平成9年(1997)2月18日

(51)Int.Cl. <sup>*</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M	8/02		H 0 1 M	R
	8/10		8/10	B

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平7-202943

(22)出願日 平成7年(1995)8月9日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 發明者 榎並 義晶

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

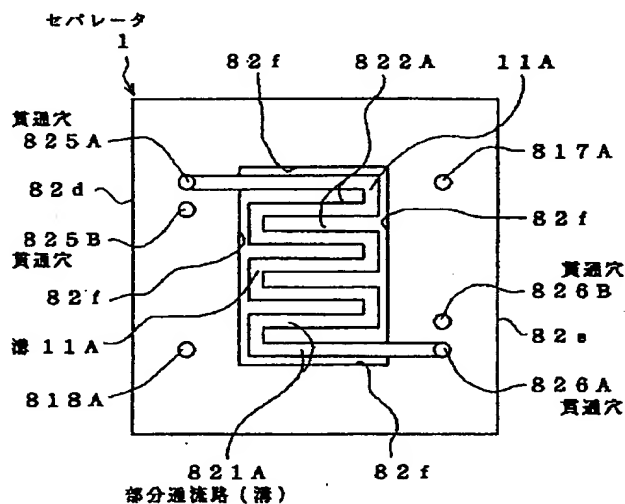
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池

(57) 【要約】

【目的】セバレータが有する燃料ガスおよび酸化剤ガスを通流させる通流路の壁面に付着した水滴の除去を可能とする固体高分子電解質型燃料電池を提供する。

【構成】セパレータ１は、固体高分子電解質型燃料電池に用いられている従来例のセパレータに対し、マニホールドの使用を止めると共に、貫通穴８２５Ａ、８２６Ａを、酸化剤ガスを通流させる部分通流路である溝８２１Ａに直接に連通させて形成している。また、セパレータ１が複数有する溝８２１Ａの相互間は、溝８２１Ａと同一の断面形状をした溝１１Ａによって、酸化剤ガス９８の通流に関して互いに直列に接続されている。そうして、セパレータ１が有する貫通穴８２５Ｂ、８２６Ｂは、従来例と同様に図示しない熱媒を通流させる溝に連通されているのであるが、これ等の熱媒通流用の溝は、従来例のセパレータの場合とは異なり、貫通穴８２５Ｂと貫通穴８２６Ｂとの間に熱媒の通流に関して互いに直列に接続されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セルの両主面のそれぞれに対向させて配置されたセバレータとを備え、

セバレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出口と、セバレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを

10 通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定される、固体高分子電解質型燃料電池において、

セバレータは、燃料電池セルに対向する面に対してほぼ直交し、しかも、互いにほぼ平行する一対の端面を有し、前記の通流路はこの端面にほぼ直交される関係で複

20 数が互いにほぼ平行されて形成された部分通流路を主体として形成され、これ等の部分通流路は、前記のガスの通流に関して互いに直列に接続された部分を有して前記の流入口および流出口に連通されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項2】請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池において、

セバレータが有する複数の部分通流路は、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出口との間に、その全てが互いに直列に接続されて連通されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項3】請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池において、セバレータが有する複数の部分通流路は、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出口との間に、その一部の複数が互いに直列に接続された直列接続群を複数形成し、この部分通流路の直列接続群は、互いに並列となる相互関係とされて、流

40 入口と流出口とにそれぞれ連通されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項4】シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セルの両主面のそれぞれに対向させて配置されたセバレータとを備え、

セバレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレー

ータから流出される流出口と、セバレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定される、固体高分子電解質型燃料電池において、セバレータが有する通流路は、流入口および流出口の内の一方を囲むようにして、しかも、前記のガスの通流に関して連続させて形成され、この通流路の一方の端部は、流入口および流出口の内の一方に接続され、この通流路の他方の端部は、通流路が形成された領域の外側に形成された流入口および流出口の内の他方に接続されてなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

【請求項5】請求項4に記載の固体高分子電解質型燃料電池において、

セバレータは、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセバレータに流入される流入口を通流路が形成された領域の外側に形成し、前記のガスがセバレータから流出される流出口を通流路が形成された領域の中央部に形成してなることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、固体高分子電解質型燃料電池に係わり、セバレータが有する燃料ガスおよび酸化剤ガスを通流させる通流路を、通流路の壁面に付着した水滴の除去を可能とするように改良したその構造に関する。

## 【0002】

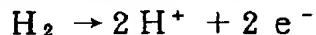
【従来の技術】燃料電池は水素と酸素とを利用して直流電力を発生する一種の発電装置であり、すでによく知られているとおり、他のエネルギー機関と比較して、電気エネルギーへの変換効率が高く、しかも、炭酸ガスや窒素酸化物等の大気汚染物質の排出量が少ないことから、いわゆるクリーン・エネルギー源として期待されている。この燃料電池としては、使用される電解質の種類により、固体高分子電解質型、りん酸型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型などの各種の燃料電池が知られている。

【0003】これ等の燃料電池の内、固体高分子電解質型燃料電池は、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を有する高分子樹脂膜を飽和に含水させると、低い電気抵抗率を示してプロトン導電性電解質として機能することを利用した燃料電池である。分子中にプロトン交換基を有する高分子樹脂膜（以降、固体高分子電解質膜または単にPE膜と略称することがある。）としては、パーフルオロスルホン酸樹脂膜（例えば、米国のデュボン社製、商品名ナフィオン膜）を代表とするフッ素系イオン交換樹脂膜が現時点では著名であるが、この他に、炭化水素系イオン交換樹脂膜、複合樹脂膜等が用いられてい

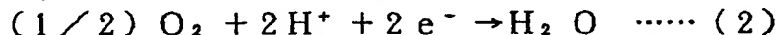
る。これ等の固体高分子電解質膜（PE膜）は、飽和に含水されることにより、常温で $20[\Omega \cdot \text{cm}]$ 以下の電気抵抗率を示し、いずれも、プロトン導電性電解質として機能する膜である。

【0004】この種の装置として同じ出願人より出願された固体高分子電解質型燃料電池が、特開平6-96777号公報により公知となっている。以下に、この特開平6-96777号公報により公知となっている固体高分子電解質型燃料電池の内容を基にして、従来例の固体高分子電解質型燃料電池について説明する。まず、従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池を、図8、図9を用いて説明する。ここで、図8は、従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図であり、図9は、図8中に示したセバレータの図8におけるP矢方向から見た図である。

【0005】図8、図9において、8は、燃料電池セル7と、その両主面のそれぞれに対向させて配置されたセバレータ81、82などで構成された単位燃料電池（以降、単電池と略称することがある。）である。燃料電池セル7は、シート状の固体高分子電解質膜7Cと、シート状の燃料電極膜（アノード極でもある。）7Aと、シート状の酸化剤電極膜（カソード極でもある。）7Bとで構成されている。この燃料電池セル7は、燃料電極膜7Aに後記する燃料ガス97の、また、酸化剤電極膜7Bに後記する酸化剤ガス98の供給をそれぞれ受けて、後記する電気化学反応によって直流電力を発生する。固体高分子電解質膜7Cには、前記のPE膜が用いられている。このPE膜7Cは、 $0.1[\text{mm}]$ 程度の厚さ寸法と、電極膜7A、7Bの面方向の外形寸法よりも大きい面方向の外形寸法とを持つものであり、従って、電極\*



【0010】また、酸化剤電極膜7B側では「2式」による電気化学反応が起こる。



【0012】すなわち、これらの電気化学反応の結果、燃料電極膜7Aで生成された $\text{H}^+$ イオン（プロトン）は、PE膜7C中を酸化剤電極膜7Bに向かって移動し、また、電子（ $\text{e}^-$ ）は、固体高分子電解質型燃料電池の図示しない負荷装置を通して酸化剤電極膜7Bに移動する。一方、酸化剤電極膜7Bでは、酸化剤ガス98中に含有される酸素と、PE膜7C中を燃料電極膜7Aから移動してきた $\text{H}^+$ イオンと、負荷装置を通して移動してきた電子とが反応し、 $\text{H}_2\text{O}$ （水蒸気）が生成される。かくして、固体高分子電解質型燃料電池は、水素と酸素とを得て直流電力を発生し、そうして、副生成物として $\text{H}_2\text{O}$ （水蒸気）を生成している。

【0013】前記の機能を備える燃料電池セル7の厚さ寸法は、多くの場合に $1[\text{mm}]$ 前後程度あるいはそれ以下であり、燃料電池セル7においてPE膜7Cは、燃

\*膜7A、7Bの周辺部には、PE膜7Cの端部との間にPE膜7Cの露出面が存在することになる。燃料電極膜7Aの外側面が、燃料電池セル7の一方の側面7aであり、酸化剤電極膜7Bの外側面が、燃料電池セル7の他方の側面7bである。

【0006】燃料電極膜7Aおよび酸化剤電極膜7Bは共に、触媒活物質を含む触媒層と電極基材とを備えて構成されており、前記の触媒層側でPE膜7Cの両主面にホットプレスにより密着させるのが一般である。電極基材は、触媒層を支持すると共に反応ガス（以降、燃料ガスと酸化剤ガスを総称してこのように言うことが有る。）の供給および排出を行い、しかも、集電体としての機能も有する多孔質のシート（使用材料としては、例えば、カーボンペーパーが用いられる。）である。

【0007】燃料電極膜7A、酸化剤電極膜7Bに反応ガスが供給されると、それぞれの電極膜7A、7Bに備えられた触媒層と、PE膜7Cとの界面に、気相（燃料ガスまたは酸化剤ガス）・液相（固体高分子電解質）・固相（燃料電極膜、酸化剤電極膜が持つ触媒）の三相界面が形成され、電気化学反応を生じさせることで直流電力を発生させている。なお、触媒層は多くの場合に、微小な粒子状の白金触媒とは水性を有するフッ素樹脂とから形成されており、しかも層内に多数の細孔が形成されるようにすることで、反応ガスの三相界面までの効率的な拡散を維持すると共に、十分広い面積の三相界面が形成されるように構成されている。

【0008】この三相界面では、次記する電気化学反応が生じる。まず、燃料電極膜7A側では「1式」による電気化学反応が起こる。

【0009】

【化1】

..... (1)

※【0011】

【化2】

料ガス97と酸化剤ガス98との混合を防止するための、シール用膜の役目も兼ねていることになる。また、セバレータ81とセバレータ82とは、燃料電池セル7への反応ガスの供給と、余剰となった反応ガスの燃料電池セル7からの排出、燃料電池セル7で発生された直流電力の燃料電池セル7からの取り出し、直流電力の発生に関連して燃料電池セル7で発生する熱を燃料電池セル7から除去する役目などを担うものである。セバレータ81、82は共に、ガスを透過せず、かつ、良好な熱伝導性と良好な電気伝導性を備え、しかも、生成水を汚損させることの無い材料（例えば、炭素系の材料、金属材料が使用されている。）を用いて、同形の直方体状に製作されている。そうして、セバレータ81、82は、燃料電池セル7と対向し合う側面81a、82aと、側面81a、82aと反対側の側面81b、82bと、側面

81a, 82aのそれぞれから電極膜7A, 7Bの厚さ寸法に見合う寸法だけ段差を設けて形成された、電極膜7A, 7Bと対向し合う側面81c, 82cとを有している。また、セパレータ82について説明すると、側面82aと側面82bに対して直交し、しかも、互いに平行する一対の端面82d, 82eを有している。セパレータ81も、端面82d, 82eと同様の端面を有している。セパレータ82は、その側面82cを燃料電池セル7の側面7bに、その側面82aをPE膜7Cの露出面にそれぞれ密接させて、また、セパレータ81は、その側面81cを燃料電池セル7の側面7aに、その側面81aをPE膜7Cの露出面にそれぞれ密接させて、それぞれ燃料電池セル7を挟むようにして配設されている。

【0014】セパレータ81, 82には、燃料電池セル7に反応ガスの供給、排出を行うための通流路として、燃料電池セル7と対向される側の面でもある側面81c, 82cに沿って、しかも、前記の端面82d, 82e（セパレータ82の場合）に直交される関係で、それぞれのガスを通流させる部分通流路である凹状の溝が複数個備えられている。すなわち、セパレータ81は、燃料電池セル7の側面7aに接する側面81c側に沿って、燃料ガス97を通流させると共に、未消費の水素を含む余剰となった燃料ガス97を排出するための間隔を設けて設けられた凹状の溝811Aと、この溝811A間に介在する凸状の隔壁812Aとが、互いに交互に形成されている。セパレータ82は、燃料電池セル7の側面7bに接する側面82c側に沿って、酸化剤ガス98を通流させると共に、未消費の酸素を含む余剰となった酸化剤ガス98を排出するための間隔を設けて設けられた凹状の溝821Aと、この溝821A間に介在する凸状の隔壁822Aとが、互いに交互に形成されている。なお、凸状の隔壁812A, 822Aの頂部は、それぞれ、セパレータ81, 82のそれぞれの側面81c, 82cと同一面になるように形成されている。なお、セパレータ81, 82の側面81a, 82aと側面81c, 82cとは、電極膜7A, 7Bの周辺部の寸法に見合う寸法を持つ縁部81f, 82fで接続されている。

【0015】また、セパレータ82に代表させて説明すると、セパレータ82に形成されているそれぞれの溝821Aの両端部は、これ等の溝821Aが互いに並列になって、マニホールド823A, 823Aに連通されている。それぞれのマニホールド823Aは、凹状をした溝状に形成されており、燃料ガス97の通流面積に関して、溝821Aが持つ通流面積よりも広い面積を有している。このマニホールド823A, 823Aの端部には、側面82bに開口する1対の貫通穴825A, 826Aが形成されている。貫通穴825Aは、セパレータ82における酸化剤ガス98の流入口であり、貫通穴826Aは、セパレータ82における酸化剤ガス98の流

出口である。側面82aと側面82bとを結んで、図9中に示すように、貫通穴825A, 826Aに対して、互いにたすき掛けの位置関係となる部位に貫通穴817A, 818Aが形成されている。この貫通穴817A, 818Aは、セパレータ82における燃料ガス97を通流させるための貫通穴である。

【0016】このように構成されたセパレータ82内を通流する酸化剤ガス98は、貫通穴825Aからセパレータ82に流入してきて、一方のマニホールド823Aを介して複数の溝821Aに分配して通流し、他方のマニホールド823Aにおいて合流されて、貫通穴826Aから流出されることになる。この間、それぞれの溝821Aの酸化剤ガス98の流入側と流出側とには、前記の構成を持つマニホールド823A, 823Aがそれぞれ形成されていることで、酸化剤ガス98は、それぞれの溝821Aに均等に分配されて通流されることになるのである。

【0017】その図示を省略したが、セパレータ81にも、セパレータ82における貫通穴825A, 826Aおよび貫通穴817A, 818Aと同様の、溝811Aに連通された燃料ガス97の流入口、流出口となる貫通穴と、この貫通穴に対してたすき掛けの位置関係となる部位に酸化剤ガス98を通流させるための貫通穴とが形成されている。そうして、セパレータ81, 82に形成された、前記した溝811A, 821Aの形状・寸法は、反応ガスを溝811A, 821Aに通流させる際に発生する圧力降下値 $\Delta p$ の値が、溝811A, 821Aのそれぞれが持つ、水保持力ヘッド $p$ 、（特開平6-96777号公報中に示されているもので、後記の「式7」を参照のこと。）値よりも大きくなるように設定されている。

【0018】また、セパレータ81, 82には、燃料電池セル7で発生した熱を燃料電池セル7から除去するための熱交換体として、熱媒99を通流させる溝が備えられている。すなわち、セパレータ82には、その側面82b側に熱媒99を通流させる凹状の溝821Bが形成され、セパレータ81にも、その側面81b側に熱媒99を通流させる凹状の溝811Bが形成されている。セパレータ82に形成されている貫通穴825B, 826Bは、熱媒99を通流させる貫通穴であり、溝821Bに連通されている。

【0019】さらに、73は、前記したガス通流路中を通流する反応ガスが、ガス通流路外に漏れ出るのを防止する役目を負う弾性材製のガスシール体（例えば、リングである。）である。ガスシール体73は、それぞれのセパレータ81, 82の周縁部に形成された凹形状の溝819, 829内に収納されて装着されている。また、セパレータ81の側面81b, セパレータ82の側面82bには、溝811B, 821Bを取り巻いて、凹形状の溝818B, 828Bがそれぞれ形成されてい

る。これ等の凹形状の溝は、熱媒99が漏れ出るのを防止するための、弾性材製のシール体（例えば、Oリングである。）を収納するためのものである。

【0020】ところで公知のごとく、1個の燃料電池セル7が発生する電圧は、1〔V〕程度以下と低い値である。このため、前記の構成を持つ単電池8は、その複数個（数十個から数百個であることが多い。）を、燃料電池セル7の発生電圧が互いに直列接続されるように積層した単電池の積層体として構成し、電圧を高めて実用に供されるのが一般である。次に、この単電池の積層体である固体高分子電解質型燃料電池の従来例について説明する。

【0021】図10は、従来の一例の固体高分子電解質型燃料電池を模式的に示した要部の構成図で、(a)はその側面図であり、(b)はその上面図であり、図11は、図10におけるQ部の詳細断面図である。図10、図11において、図8、図9に示した単電池と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図10、図11中には、図8で付した符号については、代表的な符号のみを記した。図10、図11において、9は、複数（図10では、単電池8の個数が8個である場合を例示した。）の単電池8を積層して構成された、単電池8の積層体を主体とする固体高分子電解質型燃料電池（以降、スタックと略称することがある。）である。

【0022】スタック9は、単電池8の積層体の両端部に、単電池8で発生した直流電力をスタック9から取り出すための、銅材等の導電材製の集電板91、91と、単電池8、集電板91を構造体から電氣的に絶縁するための電気絶縁材製の電気絶縁板92、92と、両電気絶縁板92の両外側面側に配設される鉄材等の金属製の加圧板93、94とを順次積層して構成されている。そうして、加圧板93、94にそれぞれの外側面側から複数の締付けボルト95により適度の加圧力を与えるようにしている。

【0023】図11において、825Aは、溝821Aに連通している酸化剤ガス98の流入口となる貫通穴であり、溝827Aは、貫通穴825Aの側面82bへの開口部を取り巻いて、酸化剤ガス98がこの部位からガス通路外に漏れ出るのを防止する役目を負う弾性材製のガスシール体（例えば、Oリングである。）982を収納するための凹形状の溝である。集電板91、電気絶縁板92、加圧板93には、図11中に示されているように、貫通穴825Aと合致される部位に、貫通穴911、921、および管用めねじ付きの貫通穴931がそれぞれ形成されている。また、集電板91、電気絶縁板92、加圧板93にはその図示を省略したが、溝811Aに連通している貫通穴（貫通穴825Aと同様の貫通穴である。）と合致される部位に、貫通穴911、921と同様の貫通穴、および管用めねじ付きの貫通穴931と同様の貫通穴932がそれぞれ形成されている。さ

らに、加圧板94にも、貫通穴931、932と同様の貫通穴941、942がそれぞれ形成されており、加圧板94と隣接されている電気絶縁板92、集電板91にも、貫通穴941、942と合致される部位に、貫通穴921、911と同様の貫通穴がそれぞれ形成されている。

【0024】これ等により、複数の単電池8を積層する際に、全部の単電池8がそれぞれに持つ溝821Aは酸化剤ガス98用のガス通路に関して互いに連通されることになる。このことは燃料ガス97用の溝811Aに関しても同様である。そうして、加圧板94のスタック9の外側面となる側面の貫通穴941には、燃料ガス97が供給され、貫通穴942からは、余剰分の酸化剤ガス98が排出される。また、加圧板93のスタック9の外側面となる側面の貫通穴931には、酸化剤ガス98が供給され、貫通穴932からは、余剰分の燃料ガス97が排出される。そうして、集電板91の一方の側面の貫通穴911の開口部、および、電気絶縁板92が持つ貫通穴921の一方の側面側の開口部には、それぞれの貫通穴を取り巻いて、凹形状の溝912、922が形成されている。これ等の溝827A、912、922には、ガスシール体982が装着されている（図11を参照）。

【0025】また、スタック9においては、複数の単電池8を積層する際に、全部の単電池8がそれぞれに持つ溝811B、821Bは、熱媒99の通路に関して互いに並列となるようにして、その熱媒99の流入部（貫通穴825Bなどである。）同志および流出部（貫通穴826Bなどである。）同志が、互いに連通されて接続される。したがって、全部の単電池8がそれぞれに持つ溝811B、821Bの熱媒99の流入部は、熱媒99の通路に関して連続させて接続されている。また同様に、全部の溝811B、821Bの熱媒99の流出部は、熱媒99の通路に関して連続させて接続されている。加圧板94と加圧板94に隣接している電気絶縁板92、集電板91とには、前記の熱媒99の流入部に連通している明示しない貫通穴が形成されている。また、加圧板93と加圧板93に隣接している電気絶縁板92、集電板91とには、前記の熱媒99の流出部に連通している明示しない貫通穴が形成されている。これ等の貫通穴の内、加圧板93、94に形成された貫通穴には、熱媒99用の配管接続体991がそれぞれ装着されている。

【0026】締付けボルト95は、加圧板93、94に跨がって装着される六角ボルト等であり、それぞれの締付けボルト95は、これ等と嵌め合わされる六角ナット等と、安定した加圧力を与えるための皿ばね、ガス圧式の加圧体等と協同して、単電池8をその積層方向に加圧する。この締付けボルト95が単電池8を加圧する加圧力は、燃料電池セル7の見掛けの表面積あたりで、5

〔kg/cm<sup>2</sup>〕内外程度であるのが一般である。

【0027】前述のように構成されたスタック9において、燃料電池セル7に使用されているPE膜7Cは、前述したとおりに飽和に含水させることにより良好なプロトン導電性電解質として機能する膜であり、乾燥して含水量が低下した場合には、その電気抵抗値が増大することでスタック9の発電性能は低下する。こうしたことの発生を防止するために、燃料電池セル7に供給される反応ガスは、適度の湿度値に加湿され、しかも、後記するスタック9の運転温度に対応させた温度に加熱されてスタック9に供給されている。

【0028】ところで、PE膜7C部の温度、従って、単電池8の温度は、発電運転時に燃料電池セル7で生成される水分を円滑に蒸発させるなどのために、50～100〔℃〕程度の温度で使用されるのが一般である。また、燃料電池セル7で行われる前記の「1式」、「2式」で記述した電気化学反応は、発熱反応である。従って、燃料電池セル7で「1式」、「2式」による電気化学反応によって発電を行う際には、発生される直流電力値とほぼ同等値の熱が発生することも避けられないものである。単電池8の温度を50～100〔℃〕程度に維持するためには、この損失による熱を燃料電池セル7から除去する必要がある。

【0029】始動時におけるまだ低温のスタック9を50～100〔℃〕程度の温度に加熱したり、また、運転時温度を50～100〔℃〕程度の温度に維持するために、発電運転中のスタック9から発熱反応による発生した熱量を除去するのが、例えば、市水である熱媒99の主たる役目である。単電池8では、例えば、50～100〔℃〕程度の温度に調整された熱媒99が、セパレータ81、82に形成された溝811B、821B中を通流することで、燃料電池セル7は、その適温に維持されて運転されるのである。この熱媒99は、この事例の場合には、加圧板94に装着された配管接続体991からスタック9に流入し、加圧板93に装着された配管接続体991からスタック9の外部に流出されている。

【0030】なおセパレータとして、一方の側面に燃料ガス97を通流させる溝811Aを、また、他方の側面に酸化剤ガス98を通流させる溝821Aを、それぞれ形成するようにしたものも知られている。さらにまた、単電池として、熱交換体としての熱媒99を通流させる溝が備えられていないセパレータを用い、その替わりに、単電池の積層体中に、熱交換体としての専用の冷却体を介挿するようにしたスタックも知られている。この場合には、冷却体には適宜の配管を介して熱媒99の供給を行うことが一般である。

【0031】従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池（単電池）として、図12に示した構成を持つ単電池も知られている。ここで、図12は、従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える異なる事例

の単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図である。図12において、図8、図9に示した従来例による単位燃料電池と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0032】図12において、8Aは、図8、図9に示した従来例による単電池8に対して、セパレータ81、82に替えて、セパレータ83、84を用いるようにした単電池である。セパレータ84は、単電池8が持つセパレータ82に対して、セパレータ本体部84Aと反応ガス通流部84Bとで構成されている。反応ガス通流部84Bは、ガスを透過することができ、かつ、良好な熱伝導性と良好な電気伝導性を備え、しかも、生成水を汚損させることの無い材料（例えば、多孔質の炭素系の材料、金属材料が使用されている。）を用いて製作されている。そうして、反応ガス通流部84Bには、セパレータ82が持つものと同一の、複数の溝821A、隔壁822Aと、マニホールド823A、823Aとが形成されており、反応ガス通流部84Bをセパレータ本体部84Aに組み込むことで、セパレータ84は、セパレータ82の持つ機能を全て備えることになる。セパレータ83も、単電池8が持つセパレータ81に対して、セパレータ本体部83Aと、反応ガス通流部84Bと同様の構造を持つ反応ガス通流部83Bとで構成され、反応ガス通流部83Bをセパレータ本体部83Aに組み込むことで、セパレータ81の持つ機能を全て備えることになる。

【0033】セパレータ83、84においては、反応ガスは、溝811A、821A中を通流しつつ、ガスの透過性を持つ反応ガス通流部83B、84Bを透過して、燃料電極膜7Aと酸化剤電極膜7Bに供給されるのである。その際、セパレータ83、84が電極膜7A、7Bの外側面と接触し合う面である側面81c、82cは、隔壁812A、822Aの頂部でのみ接触するセパレータ81、82の場合とは異なり、電極膜7A、7Bの全側面と接触し合うことことが利点となっている。これにより、電極膜7A、7Bに発生する応力値を、局所的な応力が発生することになるセパレータ81、82を用いる場合よりも低減することができるのである。この単電池8Aも、単電池8の場合と同様に、スタック9に組み込まれて使用されている。

【0034】前述の構成を持つスタック9では、前述のとおり発電の副生成物として水蒸気が生成されるが、この水蒸気は反応ガスに含まれて、余剰となった反応ガスと共にスタック9から排出される。これにより、単電池8、8A内の反応ガスには、その通流方向に沿って含まれる水蒸気量に、下流側となるほど多量となるような分布が生じることとなる。このために、反応ガスを飽和に近く加湿してスタック9に供給した場合などでは、溝811A、821A中を通流する反応ガスでは、反応ガスの流出口（貫通穴826Aなどである。）に近くなる



と、過飽和な水蒸気が含まれることが有り得ることになる。そうしてこの場合には、流出口近くの反応ガス中には過飽和に相当する水蒸気が凝縮して、液状の凝縮水が存在することとなる。この凝縮水の存在は、反応ガスの通流を阻害することになって、燃料電池セル7への反応ガスの供給量が不足し、燃料電池セル7の発電能力の低下を招くことになる。これを解消するためには、単電池8、8A内から凝縮水を速やかに排出することが肝要となる。

【0035】凝縮水を単電池（単電池8、8Aなどである。）内から排出する方法としては、次記の方法がある。

①毛管力による吸い出し。

②単電池の発熱を利用しての蒸発。

③反応ガスの圧力を利用して押し出し。

【0036】前記の①項による方法は、反応ガスとして水素と酸素とを用いる初期の宇宙用燃料電池に用いられた。前記の②項による方法は、例えば、同じ出願人より出願された、特願平6-245813号による固体高分子電解質型燃料電池の運転方法に開示されている方法である。この方法は、単電池の運転温度を高めるか、単電池に供給する反応ガスの加湿度を低くすることで、凝縮水が単電池内に生成されることを防止する方法であるが、その欠点は、PE膜が乾燥されるのを防ぎつつ水が適度に蒸発するようにするために、微妙な温度・湿度の管理・調整が必要になることである。前記の③項による方法は、反応ガスを通流させる通流路（溝811A、溝821Aなどである。）中を通流する反応ガスに発生する圧力降下を用いて、凝縮水を通流路から押し出して排出する方法である。圧力降下値は、反応ガス通流路の断面寸法、長さ寸法と反応ガスの流量によって定まり、圧力降下値が大きいほど、凝縮水を排出する能力が増大される。この発明は、この③項による方法に属するものであるから、以下に、この方法についてさらに説明を続ける。

【0037】一般的な事例として、互いに並列に接続さ

$$(2\sigma \cdot \cos \phi / r) - \rho g h \cdot \cos \theta < \Delta p, \dots \dots \dots (6)$$

【0042】管路を閉塞している水の排出を容易にするために管路がとるべき姿勢に関しては、「式6」から  $\cos \theta = 1$  になるようにすること、すなわち、 $\theta$  を零〔度〕に設定することが好ましいことになる。前述のスタック9の構成を、反応ガスが図10(a)中に矢印で示したごとく、それぞれのセパレータ81、82（セパレータ83、84の場合も同様である。）に形成されたガス通流用の溝811A、821A中を、その供給側を重力方向に関して上側に、その排出側を重力方向に関して下側になるように配置したのはこの理由に基づいているのである。

【0043】なお、前記した水保持力ヘッド  $p_k$  は、この発明においては、前記の「式3」と「式5」で定義さ

\*れた複数の管路のそれぞれに、気体が互いに平行して通流されている場合を考えることにする。そうして、この中の1本が水によって閉塞された場合を考える。この場合には、管路を閉塞している水に働く力は、④毛管力、⑤気体から受ける圧力（前記の圧力降下値に等しい。）、⑥重力の3種類がある。④項の毛管力  $f_1$  は、公知のごとく、水の表面張力  $\sigma$  と、水と管路の壁との間の接触角  $\phi$  によって定まり、管路の半径が  $r$  のときは、次記の「式3」で表すことができる。⑤項の気体から受ける圧力に基づき水に働く力  $f_2$  は、気体の圧力降下値が  $\Delta p$ 、である場合には、管路の断面積を  $S$  と置くと、公知のごとく、次記の「式4」で表すことができる。また、⑥項の重力に基づき水に働く力  $f_3$  は、管路中に滞留している水の高さ寸法が  $h$  で、気体の通流方向が重力の働く方向に対してなす角度が  $\theta$  である場合には、水の密度を  $\rho$  とし、重力の加速度を  $g$  と置くと、公知のごとく、次記の「式5」で表わすことができる。毛管力  $f_1$  は管径に比例して大きくなるのであるが、重力に基づき水に働く力  $f_3$  が管径の2乗に比例して大きくなるので、一般に毛管現象と呼ばれる水の吸い上げ現象は、管径が小さいほど顕著に現れることになる。

【0038】

【数1】

$$f_1 = 2\pi r \sigma \cdot \cos \phi \dots \dots \dots (3)$$

【0039】

【数2】

$$f_2 = S \Delta p, \dots \dots \dots (4)$$

【0040】

【数3】

$$f_3 = \rho \cdot g h \pi r^2 \cdot \cos \theta \dots \dots \dots (5)$$

管路を閉塞している水に働く力は、 $f_1$ 、 $f_2$  および  $f_3$  が総合されたものであり、この水が排出される条件は、 $(f_1 - f_2) < f_3$  となることであるから、次記の「式6」で表わすことができる。

【0041】

【数4】

れた  $f_1$  と  $f_3$  とを用いて、「式7」によって示せるものである。

【0044】

【数5】

$$p_k = f_1 - f_2, \dots \dots \dots (7)$$

【0045】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来技術による固体高分子電解質型燃料電池（スタック）においては、例えば、前述のスタック9では、セパレータ81、82などが持つ溝811A、821Aで発生する圧力降下値  $\Delta p$  の値が、溝811A、821Aのそれぞれが持つ水保持力ヘッド  $p_k$  値よりも大きくなるように設定し、かつ、溝811A、821A形状および反応ガスの



流量を、前記の「式6」による関係が満足されるようにすると共に、溝811A、821Aに対して、重力方向に関して上側から反応ガスが流入され、重力方向に関して下側から反応ガスが流出されるようにしているので、多くの場合に、反応ガスの温度・湿度を微妙に管理・調整することなく、スタック9の運転を行うことができて

いる。  
【0046】しかしながら、次記する問題が新たに見出されている。これは、セバレータ81、82の場合のごとく、複数の溝811A、821Aのそれぞれに反応ガスが互いに平行して通流されている場合において、溝811A、821Aのそれぞれに通流される反応ガスの流量を均等化するためには、全ての溝811A、821Aの壁面に付着された水滴も除去することが必要であるということである。壁面に付着された水滴の存在は、反応ガスに対する溝811A、821Aの実効通流面積が減少されることであり、一部の溝811A、821Aの壁面に水滴が付着されていることは、その溝の反応ガスの実効通流面積が減少されることになるので、反応ガスの流量の均等化が阻害されるのである。

【0047】この水滴は、過飽和水蒸気が凝縮された際などに、壁面に付着されて生成された水滴などである。そうして次記するように、スタック9などの従来技術による構成においては、溝811A、821Aを完全に閉塞する凝縮水に対してはこれを除去できるのであるが、壁面に付着された前記の水滴を除去することはできないことが明らかにされてきたのである。このために、壁面に水滴が付着された溝では、壁面に水滴が付着されていない溝と比較して反応ガスの流量が低減されることになり、壁面に水滴が付着された溝に関しては、例えば燃料ガス97に対する水素利用率値が、該当するセバレータにおける平均の水素利用率値に対して上昇することになるのである。そうして水素利用率値の上昇は、公知のごとく、燃料電池セルにとっては、その発電電圧値が低下することである。この結果、従来例のスタック9（または、これに用いられた単電池8）では、後記する図2中に点線で示したごとく、低い電流密度値において、限界値である0.2[V]の発電電圧値にまで低下してしまうのである。

【0048】ところで、溝811A、821Aの壁面に付着された水滴を除去しようとする場合には、溝811A、821Aは凝縮水によっては閉塞されていないので、前記の「式4」に従う $f_c$ は存在し得ないことになる。この水滴の除去に対して有効であるのは、前記の「式5」に従う $f_c$ と、溝811A、821A内を通流する反応ガスに生じている公知の動圧 $\Delta p_d$ である。

【0049】反応ガスの通流路の断面形状が円形である場合を例にとると、円形管の場合の動圧 $\Delta p_d$ は、公知のごとく次記の「式8」で表わすことができる。

【0050】

【数6】

$$\Delta p_d = (\lambda l / d) (\rho_g u^2 / 2) \dots\dots\dots (8)$$

ここで、 $\lambda$ は管の摩擦係数、 $l$ は管路の長さ、 $d$ は円形管の直径、 $\rho_g$ は反応ガスの密度、 $u$ は反応ガスの流速である。反応ガスの通流路の断面形状が長方形である場合には、長方形の長辺の長さを $a$ 、長方形の短辺の長さを $b$ とすると、「式8」における $d$ として、次記の「式9」で表わされた相当直径 $d$ を用いることで、「式8」をそのまま用いることができる。

【0051】

【数7】

$$d = 4ab / [2(a+b)] \dots\dots\dots (9)$$

$\lambda$ に関しては、管路中を通流する反応ガスが層流状態に在る場合には、 $\nu$ を反応ガスの動粘性係数とすると、 $\lambda$ は、公知のごとく次記の「式10」で表わすことができる。

【0052】

【数8】

$$\lambda = 64 / Re = 64 \nu / (u d) \dots\dots\dots (10)$$

「式10」を「式8」に代入して、動圧 $\Delta p_d$ の関係式を、円形管に関して「式11」に示すごとくに得ることができる。また、「式11」を長方形の断面形状を持つ反応ガスの通流路に対応させて変換して、「式12」を得ることができる。

【0053】

【数9】

$$\Delta p_d = 32 \nu \rho_g u (l / d^2) \dots\dots\dots (11)$$

【0054】

【数10】

$$\Delta p_d = 8 \pi \nu \rho_g l (u / S) \dots\dots\dots (12)$$

「式11」、「式12」から明らかなように、反応ガスが層流状態で管路中を通流する場合には、発生される動圧 $\Delta p_d$ は、反応ガスの流速と管路長とに比例し、管径の2乗または管路の断面積に反比例する。溝811A、821A内を通流する反応ガスは、ほとんどの場合に層流状態であるので「式11」、「式12」が成立する。このとき、壁面に付着された水滴を除去すべく動圧 $\Delta p_d$ の値を増大させる方法としては、次記の3通りが考えられる。

【0055】①反応ガスの流速 $u$ を増大する。

②管路長 $l$ を長くする。

③管路の相当直径 $d$ を短くする。（すなわち管路の断面積 $S$ を小さくする。）

前記の①項の流速 $u$ を増大する方法は、反応ガスの供給量を増大するか、前記の③項による管路の相当直径 $d$ を短くすることで、実現することが可能である。固体高分子電解質型燃料電池（スタック）においては、供給される反応ガスの供給量は、スタックの発電効率に密接な関係が有り、反応ガスの供給量が多くなるほど発電効率が低下するので、反応ガスの供給量を増大する方法は好ま

10

20

30

40

50

しくない。また、前記の②項の管路長 $l$ を長くする方法では、従来の技術においては、長方形をした電極膜の長辺の寸法がその限界長さとなっていた。これは、凝縮水によって溝811A、821Aが閉塞されることを回避するための前述した従来の対処方法に由来するものであり、凝縮水が溝811A、821A中を重力によって自然落下することを可能にするためである。一定の電極膜面積においては、電極膜の形状を細長くすることで、ある程度の管路長 $l$ の増大を図り得たとしても、大きな増加量を得るには限度がある。

【0056】以上のことから、動圧 $\Delta p$ の値を増大させる方法としては、多くの場合に、前記の③項による方法が採用されてきている。この方法は同時に流速 $u$ を増大できる効果も有る。溝811A、821Aの幅寸法や深さ寸法を小さくすることで、管路の断面積 $S$ を小さくすることはできる。しかし、この場合に流速 $u$ の増大に関する制約条件になる事項として、互いに並列に接続された複数の溝811A、821Aのそれぞれに、反応ガスをいかに均等に分配して通流させることができるかということがある。すなわち、溝811A、821Aの幅寸法や深さ寸法を小さくするに従って、加工誤差が原因となって各溝間での断面積 $S$ 値がばらつくことになり、溝毎に分配される反応ガスが不均一となって、前述したところと同様の理由で燃料電池セル7の発電性能が低下することになるからである。このために、反応ガスの均等分配に関しては溝811A、821Aの断面積 $S$ は大きいことが望ましく、動圧 $\Delta p$ 値を増大させる観点からだけの対処を押し進めることができないのである。

【0057】こうした制約が有るために、例えば、セバレータ81、82のごとき、従来技術によるスタックが有するセバレータの構造であっては、溝811A、821Aを完全に閉塞した凝縮水を除去するのに十分な値の、すなわち、前記の「式7」による水保持力ヘッド $p$ 、値を十分に越える値の圧力降下 $\Delta p$ 、を発生することができても、全ての溝811A、821Aの壁面に付着された水滴を除去することが可能な十分な値の動圧 $\Delta p$ 、値が得られるほどには、反応ガスの流速を大きくすることが不可能であることが明らかになったのである。

【0058】この発明は、前述の従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、セバレータが有する燃料ガスおよび酸化剤ガスを通流させる通流路の壁面に付着した水滴の除去を可能とする固体高分子電解質型燃料電池を提供することにある。

【0059】

【課題を解決するための手段】この発明では前述の目的は、

1) シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セル

の両主面のそれぞれに対向させて配置されたセバレータとを備え、セバレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出口と、セバレータの燃料電池セルに対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定されてなる、固体高分子電解質型燃料電池（スタック）において、セバレータは、燃料電池セルに対向する面に対してほぼ直交し、しかも、互いにほぼ平行する一対の端面を有し、前記の通流路はこの端面にほぼ直交される関係で複数の互いにほぼ平行されて形成された部分通流路を主体として形成され、これ等の部分通流路を、前記のガスの通流に関して互いに直列に接続された部分を有して前記の流入口および流出口に連通されてなる構成とすることにより、達成される。

【0060】そうして、この構成とすることにより、スタックに供給される反応ガスの量を同一とした条件においては、通流路の断面積を同一のままに $n$ 本の通流路を直列に接続したとすれば、通流路の長さ（前記の「式8」における管路長さ $l$ である。）と、通流路内の反応ガスの流速 $u$ が共に $n$ 倍になる。このことから前記の「式11」、「式12」を用いると、動圧 $\Delta p$ を $n^2$ 倍にできることになる。

【0061】また、前記において、反応ガスの量を同一のままに通流路の断面積を $n^{1/2}$ 倍にしたとしても、「式11」、「式12」から $\Delta p$ を $n$ 倍にすることができ、かつ、流速 $u$ を $n^{1/2}$ 倍にすることができることになる。このように、この発明を適用することで、通流路の断面積 $S$ 、反応ガスの流速 $u$ および動圧 $\Delta p$ を同時に増大することが可能となるのである。

【0062】2) また、前記1項に記載の手段において、セバレータが有する複数の部分通流路を、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出口との間に、その全てが互いに直列に接続されて連通されてなる構成とすることにより、達成される。

【0063】そうして、この構成とすることにより、前記1項による作用と同一の作用を得ることが可能であると共に、全ての部分通流路は反応ガスの通流に関して直列に接続されているので、個々の部分通流路に断面積の不同が存在したとしても、反応ガスは全ての部分通流路に均等に通流することが可能となるのである。

3) また、前記1項に記載の手段において、セバレータが有する複数の部分通流路は、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出

口との間に、その一部の複数が互いに直列に接続された直列接続群を複数形成し、この部分通流路の直列接続群は、互いに並列となる相互関係とされて、流入口と流出口とにそれぞれ連通されてなる構成とすることにより達成される。

【0064】そうして、この構成とすることにより、前記1項による作用と同一の作用を得ることが可能であると共に、広い面積の電極膜を有するために、前記2項による構成としたのでは、前記のガスを供給するための圧力が過大となる場合などに適用して有用な構成である。4) また、シート状の固体高分子電解質材の電解質膜と、その両主面のそれぞれに接合された燃料電極膜および酸化剤電極膜とを有し、燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルと、燃料電池セルの両主面のそれぞれに対向させて配置されたセバレータとを備え、セバレータは、燃料電池セルに供給される前記のガスがセバレータに流入される流入口と、前記のガスがセバレータから流出される流出口と、セバレータの燃料電池セルと対向される側の面に沿って形成されて前記のガスを通流させると共に、前記の流入口および流出口に連通された通流路とを有し、この通流路は、前記のガスを通流路に通流させる際に発生する圧力降下値が、通流路が持つ水保持力ヘッド値よりも大きくなるように設定されてなる、固体高分子電解質型燃料電池において、セバレータが有する通流路を、流入口および流出口の内の一方を囲むようにして、しかも、前記のガスの通流に関して連続させて形成し、この通流路の一方の端部を、流入口および流出口の内の一方に接続し、この通流路の他方の端部を、通流路が形成された領域の外側に形成された流入口および流出口の内の他方に接続されてなる構成とすることにより、達成される。

【0065】前記1項～3項で記述した作用は、その作用が生じ得た理由から、前記1項～3項による構成を持つ通流路のみに限って得られるものではない。前記1項～3項による構成によらない構成を持つ通流路を対象として前記1項、2項で記述した作用を得ることで、この発明の前述の目的を達成しようとするのが、この4項による手段である。

【0066】5) さらにまた、前記4項に記載の手段において、セバレータは、燃料電池セルに供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスがセバレータに流入される流入口を、通流路が形成された領域の外側に形成し、前記のガスがセバレータから流出される流出口を、通流路が形成された領域の中央部に形成してなる構成とすることにより、達成される。

【0067】そうして、この構成の場合においては、セバレータ内を通流する前記のガスは、同一の単位燃料電池内においては相対的に温度が高くなる内部に入りながら通流し、相対的に最も高温となる単位燃料電池の中心部の付近から排出されることになる。このために、この

構成とすることにより、前記1項、2項、4項による作用と同一の作用を得ることが可能であると共に、前記のガスが通流しつつ順次昇温されることで、過飽和になることによる凝縮水の生成度合を低減することも可能となるのである。

【0068】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

実施例1；図1は、請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図1において、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図1中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。なおまた、図1中には、図8、図9中に示されているガスシール体73を収納するための溝829は、その図示が省略されている。このことは、後記される図3～図7についても同様であることを予め付記しておく。

【0069】図1において、1は、図8、図9に示した従来例によるセバレータ82に対して、マニホールド823Aの使用を止め、貫通穴825A、826Aを図示のごとくに直接に、酸化剤ガス98（図示を省略した。）を通流させる部分通流路である凹状の溝821Aに連通させて形成したセバレータである。セバレータ1が複数有する溝821Aの相互間には、溝821Aと同一の断面形状をした溝11Aによって、酸化剤ガス98の通流に関して互いに直列に接続されている。セバレータ1が有する貫通穴825B、826Bは、図示を省略した溝821Bに連通されているのであるが、これ等のセバレータ1が複数有する溝821Bは、従来例のセバレータ82の場合とは異なり、貫通穴825Bと貫通穴826Bとの間に、熱媒99の通流に関して互いに直列に接続されている。

【0070】この溝間の相互接続に関しては、セバレータ1における溝821Aの相互接続関係と同様である。なお、燃料ガス97を通流させる、従来例のセバレータ81に対応するこの発明になるセバレータは、その図示を省略したが、セバレータ1と基本的に同形である。そうして、この燃料ガス97を通流させるセバレータは、貫通穴825B、826Bと、これに連通される熱媒99を通流させる通流路が、セバレータ1の場合に対して面对称となる部位に形成されることのみが異なることになる。

【0071】これ等のセバレータは、その図示を省略した燃料電池セル7と組み合わされて、この発明になるその図示を省略した単位燃料電池（単電池）を構成し、さらに、この単電池の複数個を積層することによって、この発明になるその図示を省略した固体高分子電解質型燃

料電池（スタック）を構成することは、従来例のセバレータ81, 82などを用いた、従来例の単電池8, 従来例のスタック9などの場合と同様である。

【0072】そうして、セバレータ1では、従来例と同一の50〔cm<sup>2</sup>〕の電極面積を持つ図示を省略した酸化剤電極膜7Bに対して、1.4〔Nrm<sup>3</sup>/min〕の酸化剤ガス98としての空気を供給する。酸化剤電極膜7Bの外形寸法は、71〔mm〕×71〔mm〕、溝821Aの断面寸法は、幅が2.0〔mm〕、深さが1.2〔mm〕で、従来例のセバレータ82が持つ溝821Aよりもその断面積が増大されている。セバレータ1が持つ溝821Aの本数は従来例と同一の22本であり、溝11Aを含むその総延長は1.6〔m〕である。前記の空気は、溝821A, 11A中を15〔m/s〕という従来例の場合よりも高速の流速で流通するので、約5〔kPa〕の動圧 $\Delta p$ が得られている。

【0073】セバレータ1と組み合わされて図示を省略した燃料ガス97を流通させる、その図示を省略したセバレータは、酸化剤電極膜7Bと同様の50〔cm<sup>2</sup>〕の電極面積を持つ、図示を省略した燃料電極膜7Aに対して、0.17〔Nrm<sup>3</sup>/min〕の燃料ガス97としての純水素を供給する。燃料電極膜7Aの外形寸法も、酸化剤電極膜7Bと同一の71〔mm〕×71〔mm〕であり、燃料ガス97を流通させる溝811A（図示を省略した。）の断面寸法は、幅が2.0〔mm〕、深さが0.6〔mm〕であり、セバレータ1が持つ溝821Aよりもその深さは浅くしている。前記の純水素は、溝811Aと、溝811Aの相互間を接続する溝11Aと同様の溝との中を3〔m/s〕の流速で流通することで、約1.6〔kPa〕の動圧 $\Delta p$ が得られる。この値は、セバレータ1における空気に関する値よりも、流速、動圧の両者とも小さい値ではあるが、燃料電池セル7で水分が生成されるのは、前記の「2式」で示されているように、主として酸化剤電極膜7B側であること、および、水素濃度が十分に高いことから、全く問題とはならないのである。

【0074】前記の構成を持つセバレータを備えたこの発明になるスタックは、22本の全ての溝811A, 821Aが反応ガスの流通に関して直列に接続されている。このことにより、まず、反応ガスの流通路の長さ（前記の「式8」における管路長さ1である。）と、流通路内の反応ガスの流速が共に増大される。これにより、前記の「式12」から動圧 $\Delta p$ を大幅に増大できる（因みに、従来例の場合の一般的な動圧 $\Delta p$ の値は、0.04〔kPa〕程度である。）ことで、流通路の壁面に付着された水滴をこの大きな動圧 $\Delta p$ によって除去することが可能となる。したがって、従来例において存在していた壁面に水滴が付着することで反応ガスの流通路の実効流通面積が減少されるという問題が解消されることになる。

【0075】また、酸化剤ガス98の全ての溝821Aが直列に接続されていることで、これ等の溝には同一流量の反応ガスが流通される（燃料ガス97に対する溝811Aに関しても溝821Aの場合と全く同一である。）。これにより、個々のこれ等の溝に加工精度、壁面への水滴の付着などが原因で反応ガスの流通断面積の不同が存在していたとしても、従来例において存在していた、個々の溝に対する反応ガスの不均等な分配という問題も解消されることになるのである。さらにまた、反応ガスが分路されないことで、反応ガスの流通路の断面寸法を増大したとしても、反応ガスの流速として所望の大きな値が得られるので、反応ガスの流通路の断面寸法に関する加工精度の問題が軽減されることにもなるのである。

【0076】これ等の結果、前記の構成を持つセバレータを備えたこの発明になる単電池では、その発生電圧値を図2に示すごとく向上させることができるのである。ここで図2は、実施例1によるこの発明になる固体高分子電解質型燃料電池の単位燃料電池の発電電圧の測定例を、従来例の場合と比較して示すグラフである。図2において、実線は、実施例1による場合を示し、点線は、従来例の単電池8の場合を示している。なおこの測定は、両者共、水素利用率が80〔%〕、空気利用率が20〔%〕、水素および空気の供給圧力は共に0.1

〔MPa〕の条件で実施されたものである。図2において、従来例の場合には、一部の溝811A, 821Aの壁面に水滴が付着されることで、これ等の溝に流通する反応ガスの分配が不均等になるために、低い電流密度値で限界値である0.2〔V〕の発電電圧値に低下している。これに対してこの発明の場合には、前記したところにより反応ガスの不均等分配が発生しないので、その発電電圧値が限界値である0.2〔V〕となる点の電流密度値を増大することができているのである。

【0077】なおまた、前記の構成を持つセバレータを備えたこの発明になるスタックは、前記したように溝811A, 821Aの壁面に付着された水滴を除去できるので、当然のことながら前記の「式7」による水保持力 $\text{ヘッド } p$ 値を越えた $\Delta p$ 値が得られるので、溝811A, 821A内に前述の凝縮水が滞留されるということとは発生しない。したがって、このスタックでは、従来例のスタック9などが行っていた、溝811A, 821Aを重力方向に沿って配置しなければならないという制約を課されることは無くなることになる。このために、このスタックでは、いかなる姿勢で設置されても何等支障は無く、例えば、単電池の積層方向を重力方向に沿って配置しても良いものである。これによって、スタックの設置面積を縮小することも可能となるのである。

【0078】実施例2；図3は、請求項1, 2に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して前記

の図9の場合と同一の方向から見た図である。図3において、図1に示した請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図3中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0079】図3において、2は、図1に示したこの発明によるセバレータ1に対して、貫通穴825A、826A、827A、828A、825Bおよび826B

(これ等の6個の貫通穴を総称して実施例2の説明のなかでは、以降、前記の貫通穴825A等と記すことにする。)が形成される位置などを変更したセバレータである。セバレータ1における貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置は、従来例のセバレータ82などにおける貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置を踏襲したものである。そうして、従来例のセバレータ82などにおける貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置は、マニ

ホールド823Aを介して行う各溝811A、821Aへの反応ガスの分配を均等化するための必要性から定められたものである。

【0080】しかしながら、マニホールド823Aを使用しないこの発明になるセバレータにおいては、貫通穴825A、826A、827A、828Aの形成位置のいかに関わらず、実施例1において説明した、個々の溝に対する反応ガスの不均等な分配の問題が解消されるという特長は維持できるものである。セバレータ2におけるこれ等の貫通穴の形成位置の見直しは、このことに

着目して行われたものである。すなわち、セバレータ2においては、図1と図3とを対比することで確認できることではあるが、前記の貫通穴825A等に隣接される部位の溝811A、821Aの反応ガス通流方向の長さを、セバレータ1の場合よりも多少短縮させている。また、このことによって、前記の貫通穴825A等に隣接されていない部位に存在する溝11Aと、セバレータ2の端面82d、82eとの間隔を極力短縮したものである。これら図1によるセバレータ1とは異なっているセバレータ2が持つ形状・寸法について、セバレータ1を見直すという立場から以下に説明する。

【0081】まず、前記の貫通穴825A等に隣接されていない部位に存在する溝11Aと、セバレータ2の端面82d、82eとの間隔寸法は、例えば、縁部82f、図示を省略した溝829などの形成を考慮して定められる。前記の貫通穴825A等が形成される位置は、かくして定められた端面82d、82eの位置を基にして、例えば、溝827Aなどの形成、管用めねじ付きの貫通穴931に対する反応ガス用の配管の接続作業や、熱媒99用の配管接続体991の装着作業などの実施等

を考慮して定められる。前記の貫通穴825A等に隣接される部位の溝811A、821Aの端部や、溝11Aが形成される位置は、前記の貫通穴825A等の位置を基にして、縁部82f、溝829、およびいずれも図示を省略した溝827A、管用めねじ付きの貫通穴931などの形成等を考慮して定められるのである。そうして、これ等と関連させて、縁部82fの形成位置が定められ、この縁部82fの形成位置に合わせて、共に図示を省略した燃料電極膜7A、酸化剤電極膜7Bの平面形状と、その寸法が見直されることになるのである。

【0082】前記の構成を持つセバレータ2を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例1によるスタックと同一の作用・効果を持ちながら、スタックの電極膜の平面方向の外形を小型化することができると共に、図示を省略した固体高分子電解質膜7Cの使用面積を縮小することができるのである。

実施例3；図4は、請求項1、3に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図4において、図1に示した請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図4中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0083】図4において、3は、図8、図9に示した従来例によるセバレータ82に対して、マニホールド823Aの使用を止め、酸化剤ガス98を通流させる部分通流路である凹状の溝821Aを次記するように形成してなるセバレータである。すなわち、セバレータ3では、まず、溝821Aの複数個(この事例における具体的な個数は後記する。)は、溝11Aによって、酸化剤ガス98の通流に関して互いに直列に接続される。このような溝821Aの直列接続路は、複数群(図4では3群の場合を例示した。)が形成される。この複数群の溝821Aの直列接続路の間では、溝821Aと溝11Aとで形成される反応ガスの通流路の長さは、ほぼ同等値となるように設定されるものとする。そうして、この複数群の溝821Aの直列接続路のそれぞれは、短小な溝31Aを介して互いに並列に接続されて、貫通穴825Aと貫通穴826Aとの間に連通されるのである。

【0084】なお、セバレータ3が有する貫通穴825B、826Bと、図示を省略した溝821Bとの接続関係、また、セバレータ3と、燃料ガス97を通流させる従来例のセバレータ81に対応するこの発明になるセバレータとの関係、および、これ等のセバレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセバレータ1の場合と同様であるのでそ

の説明は省略する。

【0085】そうして、セバレータ3では、従来例の5倍の250〔cm<sup>2</sup>〕という広い電極面積を持つ図示を省略した酸化剤電極膜7Bに対して、6.7〔Nm<sup>3</sup>/min〕の空気を供給する。酸化剤電極膜7Bの外形状は、160〔mm〕×160〔mm〕、溝821Aの断面寸法は、幅、深さ共に2.0〔mm〕である。実施例1によるセバレータ1が持つ溝821Aよりもその断面積が増大されている。セバレータ1が持つ溝821Aの全本数は54本であり、各18本が前記の溝821Aの直列接続路を形成している。それぞれの直列接続路の溝11Aを含むその総延長は2.85〔m〕である。

【0086】セバレータ3における反応ガスの通流路の長さ（前記の「式12」における管路長さlである。）は、前記の総延長の2.85〔m〕であり、動圧Δp<sub>1</sub>の値は、この2.85〔m〕の管路長さlに対応して得られる。反応ガスの通流に関して全部の溝821Aを直列に接続した場合に対して、n（セバレータ3の場合はn=3である。）群の直列接続路で構成するようにした場合には、管路長さlと反応ガスの流速uは共に1/nになるので、動圧Δp<sub>1</sub>の値は、前記の「式12」から1/n<sup>2</sup>になる。こうすることで、広い電極面積に反応ガスを供給するセバレータの場合に、過大な動圧Δp<sub>1</sub>が発生するのを回避することが可能となるのである。セバレータ3における動圧Δp<sub>1</sub>の値は、それでも、セバレータ1の場合よりも大きい約8〔kPa〕が得られている。

【0087】前記の構成を持つセバレータ3を備えたこの発明になるスタックは、当然のことながら、前述の実施例1によるスタックと同一の作用・効果を持つことができる。しかも、広い面積の電極膜を有するために、実施例1による構成としたのでは、反応ガスを供給するための圧力が過大となる場合などに適用して有用な構成なのである。

【0088】実施例4；図5は、請求項1、2に対応するこの発明のさらに異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図5において、図1に示した請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図5中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0089】図5において、4は、図1に示したこの発明によるセバレータ1が持つと同様の、複数（後記する。）の溝821Aが溝11Aを介し酸化剤ガス98の通流に関して互いに直列に接続された溝821Aの直列接続路41が、それぞれ独立された複数群（図4では3

群の場合を例示した。）を形成するようにしたセバレータである。複数の直列接続路41のそれぞれを区別するために、図5中では、符号41に続いてA、B、Cを付している。それぞれの直列接続路41には、セバレータ1の場合と同様に、溝821Aの両端部に貫通穴825A、826Aが直接に連通されて形成されている。

【0090】なお、セバレータ4が有する貫通穴825B、826Bと、図示を省略した溝821Bとの接続関係、また、セバレータ4と、燃料ガス97を通流させる従来例のセバレータ81に対応するこの発明になるセバレータとの関係、および、これ等のセバレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセバレータ1の場合と同様であるのでその説明は省略する。

【0091】そうして、セバレータ4が空気を供給する対象の図示を省略した酸化剤電極膜7Bの電極面積・外形寸法、セバレータ4が持つ溝821Aの全本数、断面寸法などは、いずれも前記の実施例3によるセバレータ3の場合と同一である。このために、それぞれの直列接続路41で得られる、反応ガスの通流路の長さ、動圧Δp<sub>1</sub>、値なども、セバレータ3の場合と同一である。

【0092】したがって、前記の構成を持つセバレータ4を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例3によるスタックと同一の作用・効果を持つことになる。これに加えて、この実施例4によるスタックは、それぞれの直列接続路41に供給する反応ガス量を、必要に応じて個別に調整することが可能であり、広い電極面積を持つスタックの場合などで、電極の面方向における反応ガスの配分をより均等化できるという特長を持てることになる。スタックに付随する反応ガスの供給系統や反応ガス流量の制御系統は複数必要にはなるが、前記の特長を利用することは、特に少量の反応ガス供給量で運転しなければならない場合や、高い電流密度での運転が必要となる場合などにおいて有効なものである。

【0093】実施例5；図6は、請求項4、5に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図6において、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図6中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0094】図6において、5は、図8、図9に示した従来例によるセバレータ82に対して、凹状の溝821Aと凸状の隔壁822Aに替えて、それぞれ凹状の溝51Aと凸状の隔壁52Aを用いると共に、マニホールド823Aの使用を止め、貫通穴825A、826Aを直接に溝51Aに連通させて形成したセバレータである。反応ガスの流出口である貫通穴826Aは、セバレータ



5の中央部に形成された貫通穴形成部53Aに形成されていることが、この実施例による構成が持つ特徴の一つである。貫通穴形成部53Aは隔壁52Aと連続させて形成され、それ等の頂部は共に、従来例の凸状の隔壁822Aと同様に、図示を省略した側面82cと同一面になるように形成されている。

【0095】セバレータ5が有する溝51Aは、従来例の凹状の溝821Aと同様な断面形状を持ち、貫通穴825Aと貫通穴826Aとの間に、貫通穴形成部53Aを取り巻くようにして、図6中に示したようにいわば一筆書きのように連続させて形成されていることが、この実施例による構成が持つ他の特徴である。そうして、反応ガスの流入口である貫通穴825Aは、溝51Aが形成された領域の最外周の部位に形成されている。

【0096】なお、セバレータ5が有する貫通穴825B、826Bと、図示を省略した溝821Bとの接続関係、また、セバレータ5と、燃料ガス97を流通させる従来例のセバレータ81に対応するこの発明になるセバレータとの関係、および、これ等のセバレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセバレータ1の場合と同様であるのでその説明は省略する。

【0097】そうして、セバレータ5が空気を供給する対象の図示を省略した酸化剤電極膜7Bの電極面積・外形寸法、セバレータ5が持つ溝51Aの断面寸法、総延長などは、いずれも前記の実施例1によるセバレータ1の場合と同等である。このために、セバレータ5で得られる動圧 $\Delta p$ 、値なども、セバレータ1の場合と同等である。

【0098】したがって、前記の構成を持つセバレータ5を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例1によるスタックと同一の作用・効果を持つことになる。これに加えて、この実施例5によるスタックは、セバレータ5内を流通する空気は、同一の単位燃料電池内においては相対的に温度が高くなる内部に順次入り込みながら流通し、相対的に最も高温となる単位燃料電池の中心部の付近から排出されることになる。溝51A内を流通する空気は、前述のように酸化剤電極膜7Bで生成される水蒸気を吸収しながら流通して行くのであるが、この空気はまた、この実施例の特徴的な構成によって、溝51A内を流通しつつ順次昇温されることで、過飽和になることによる凝縮水の生成度合を低減することも可能となるのである。

【0099】実施例3～実施例5における今までの説明では触れてこなかったが、これ等においても、実施例1に対する実施例2による構成と同様の構成として、スタックの電極膜の平面方向の外形を小型化することができることは、勿論のことである。

実施例6；図7は、請求項4、5に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備え

るセバレータの要部を模式的に示して前記の図9の場合と同一の方向から見た図である。図7において、図6に示した請求項4、5に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータ、および、図8、図9に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図7中には、図8、図9で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

10 【0100】図7において、6は、図6に示したこの発明によるセバレータ5に対して、その外形形状を円形状としたセバレータである。ただし、セバレータ6が有する貫通穴825B、826Bは、図示を省略した溝821Bに連通されているのであるが、セバレータ6が有する溝821Bは、従来例のセバレータ82の場合とは異なり、貫通穴825Bと貫通穴826Bとの間に、溝51Aと同様に形成されている。また、セバレータ6では、実施例1に対する実施例2による構成と同様の関係の構成としている。

20 【0101】なお、セバレータ6と、燃料ガス97を流通させる従来例のセバレータ81に対応するこの発明になるセバレータとの関係、および、これ等のセバレータを用いて構成される単電池やスタックにかかわる関係は、前述の実施例1によるセバレータ1の場合と同様であるのでその説明は省略する。そうして、セバレータ6が空気を供給する対象の図示を省略した酸化剤電極膜7Bの電極面積、セバレータ6が持つ溝51Aの断面寸法、総延長などは、いずれも前記の実施例5によるセバレータ5の場合と同等である。このために、セバレータ6で得られる動圧 $\Delta p$ 、値なども、セバレータ6の場合と同等である。したがって、前記の構成を持つセバレータ6を備えたこの発明になるスタックは、前述の実施例5によるスタックと同一の作用・効果を持つことになる。すなわち、実施例5と実施例6とを総合すると、この発明になるスタックでは、セバレータの外形は長方形に限定されるものではなく、必要に応じて適宜の形状で形成できる特長を持つと言えるのである。

30 【0102】実施例5、実施例6における今までの説明では、セバレータが備える反応ガスの流通路は、セバレータの中央部に形成された貫通穴形成部を取り巻くようにして、しかも、蛇行するようにして形成されるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、反応ガスの流通路は螺旋状に貫通穴形成部を取り巻くようにして形成されてもよいものである。

40 【0103】実施例1～実施例6における今までの説明では、スタックが備えるセバレータは、従来例によるセバレータ81、82と同様な基本構成を有するとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、異なる従来例によるセバレータ83、84と同様な基本構成を有するものであってもよいものである。ただし、実施例



4 によるような複数の独立した直列接続路を有するセバレータにおいては、互いに同等の圧力値を持つ貫通穴（例えば、流入口同志のことである。）を、互いに隣接するように配置する配慮を行うことが、独立した直列接続路相互間の反応ガスの漏れを低減するうえからは、好ましいものである。

【0104】

【発明の効果】この発明においては、前記の課題を解決するための手段の項で述べた構成とすることにより、下記する効果を奏する。

①セバレータの通流路内を通流する反応ガスの流速と、反応ガスの通流路の長さが同時に増大されることで、得られる動圧を増大することができ、通流路の壁面に付着した水滴をこの大きな動圧を用いて除去することが可能となる。これにより、反応ガスの均等な分配を達成できて、固体高分子電解質型燃料電池（スタック）の発電性能を、例えば、限界値である0.2〔V〕の発電電圧値となる電流密度値を約30〔%〕向上することが可能となる。

【0105】②反応ガスの通流路を、反応ガスの流入口と流出口との間に互いに直列に接続して形成するようにしたことで、通流路の断面積に不同があっても反応ガスの流量は不変にすることができ、反応ガスの不均等な分配による問題を解消することが可能となる。

③反応ガスの通流路を、反応ガスの流入口と流出口との間に互いに直列に接続して形成するようにしたことで、流入口と流出口の部分へのマニホールドの設置を不要にできる。これにより、流入口、流出口を適宜の部位に形成することが可能となり、スタックの電極膜の平面方向の外形を小型化できると共に、その製造原価を低減することが可能となる。

【0106】④反応ガスの通流路を、反応ガスの流入口と流出口との間に互いに直列に接続して形成して、反応ガスが分路されないようにすることで、反応ガスの通流路の断面寸法を増大したとしても、反応ガスの流速として所望の大きな値が得られることになる。これにより、反応ガスの通流路の断面寸法に関する加工精度が軽減されて、このことによってもスタックの製造原価を低減することが可能となる。

【0107】⑤前記したように大きな動圧が得られることは、反応ガスの通流路に滞留される凝縮水を確実に除去できることであるので、この発明によるスタックでは、従来例のごとき、反応ガスの通流路を重力方向に沿って配置しなければならないという制約が解消されることになる。これにより、スタックを適宜の姿勢で設置することが可能となって、スタックの設置面積を縮小することが可能となる。

【0108】⑥反応ガスの流出口をセバレータの中央部に形成するようにすることで、反応ガスは通流路を通流しつつ順次昇温されることで、過飽和になることによる

凝縮水の生成度合を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1、2に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図2】実施例1によるこの発明になる固体高分子電解質型燃料電池の単位燃料電池の発電電圧の測定例を、従来例の場合と比較して示すグラフ

10 【図3】請求項1、2に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図4】請求項1、3に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

20 【図5】請求項1、2に対応するこの発明のさらに異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図6】請求項4、5に対応するこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

【図7】請求項4、5に対応するこの発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池が備えるセバレータの要部を模式的に示して後記の図9の場合と同一の方向から見た図

30 【図8】従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図

【図9】図8中に示したセバレータの図8におけるP矢方向から見た図

【図10】従来の一例の固体高分子電解質型燃料電池を模式的に示した要部の構成図で、(a)はその側面図、(b)はその上面図

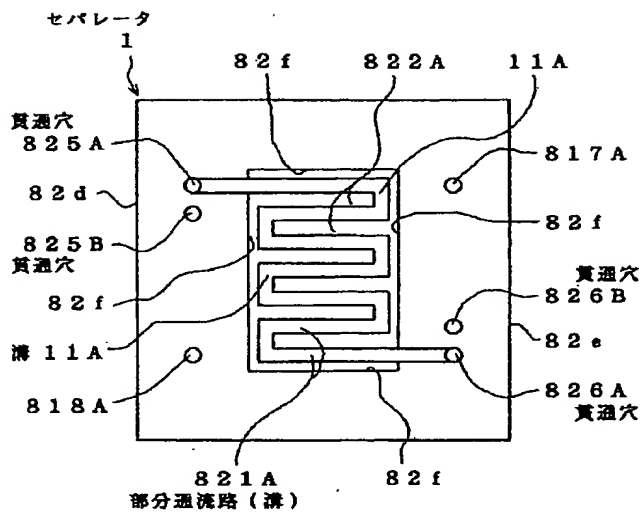
【図11】図10におけるQ部の詳細断面図

40 【図12】従来例の固体高分子電解質型燃料電池が備える異なる事例の単位燃料電池の要部を展開した状態で模式的に示してその上部側から見た断面図

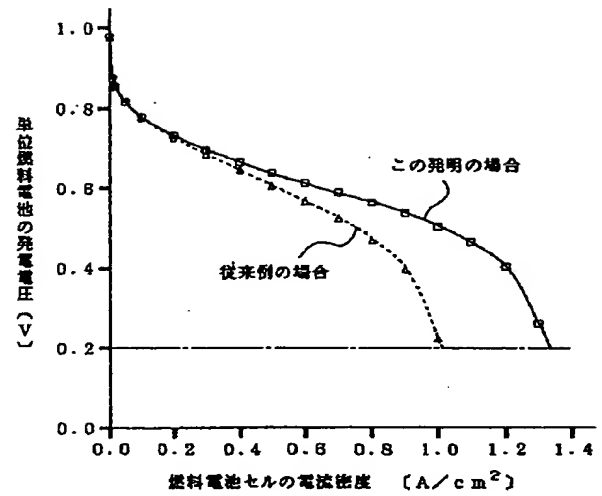
【符号の説明】

1 セバレータ  
11A 溝  
821A 部分通流路（溝）  
825A 貫通穴  
826A 貫通穴  
825B 貫通穴  
826B 貫通穴

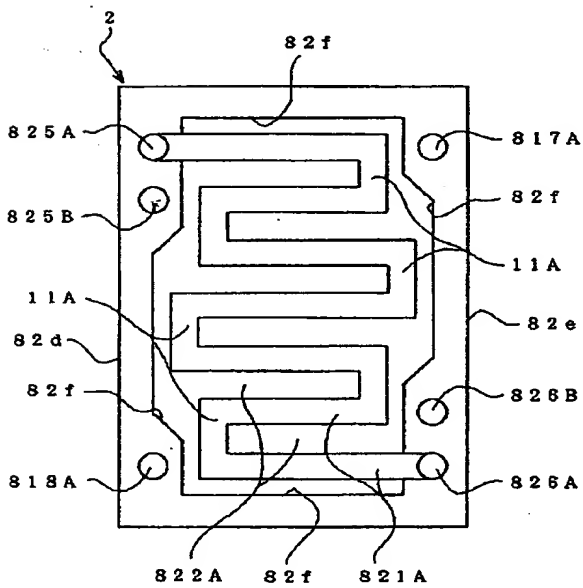
【図1】



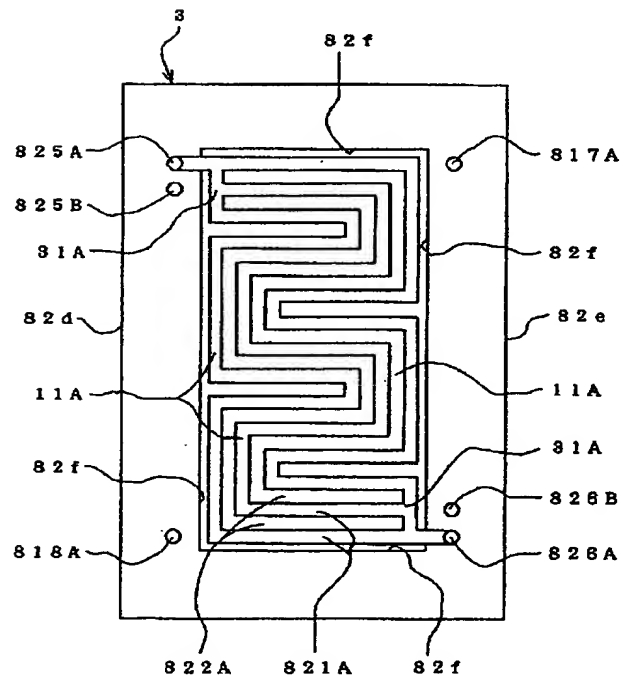
【図2】



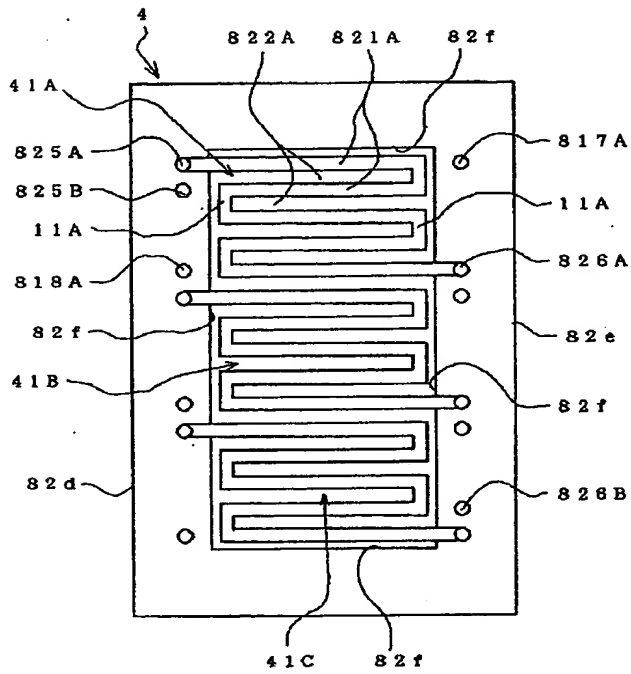
【図3】



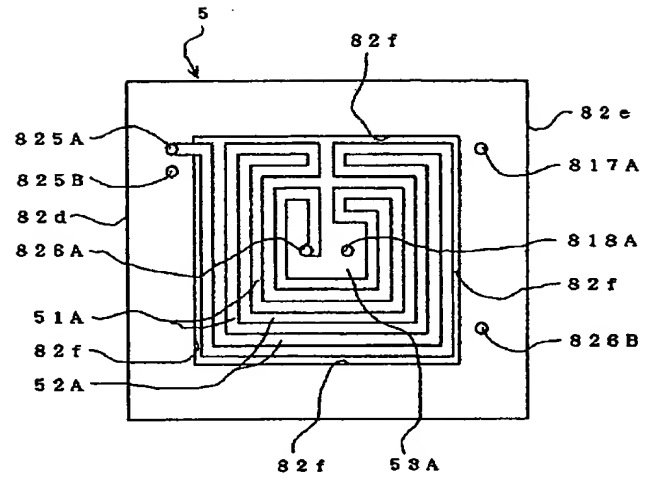
【図4】



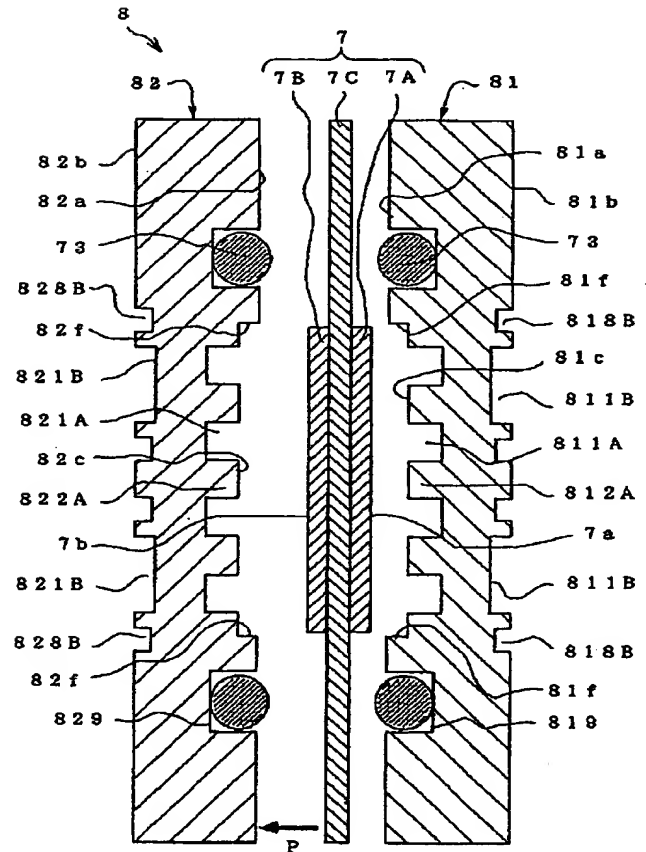
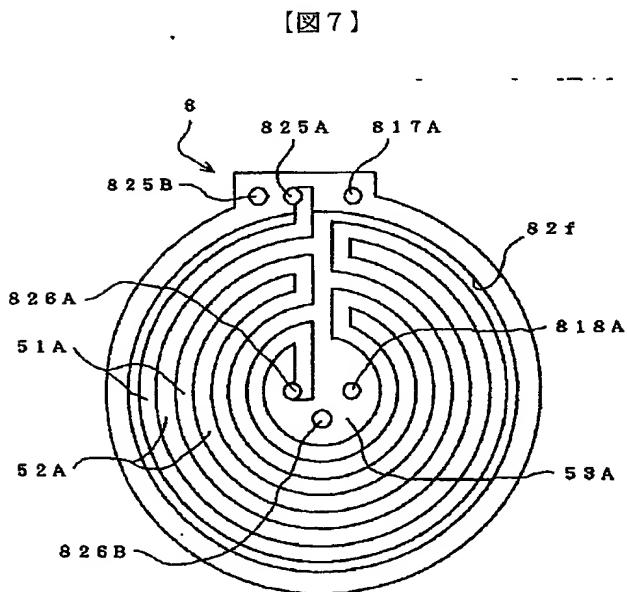
【図5】



【図6】

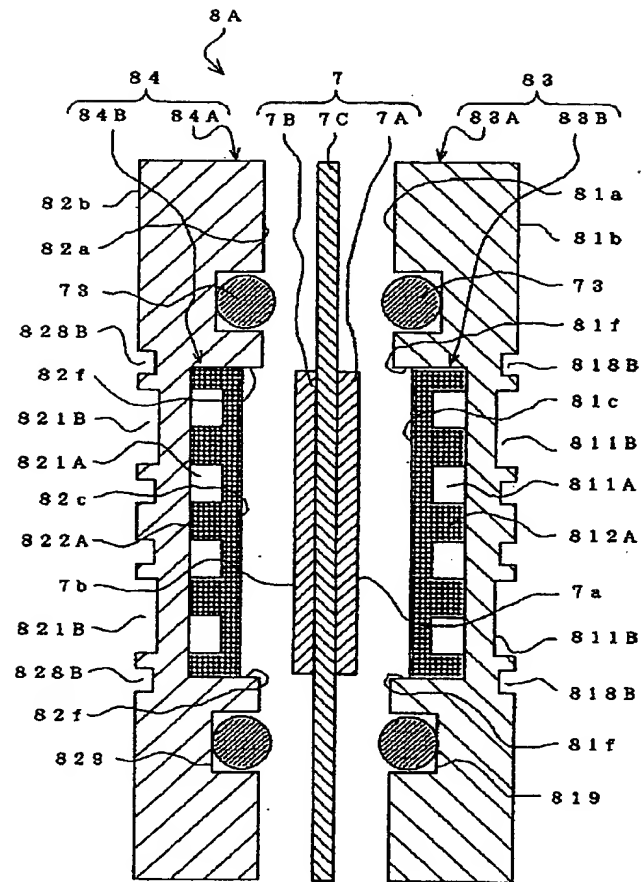


【図8】





【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**